Atti Accademia Nazionale
Italiana di Entomologia
Anno LIX, 2011: 91-99

LIMITI E PROSPETTIVE DELLE APPLICAZIONI DI LOTTA BIOLOGICA IN POST-RACCOLTA

AGATINO RUSSO (*)

(*) *Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agroalimentari e Ambientali dell'Università degli Studi di Catania, Via Santa Sofia 100, 95127 Catania*

Lettura tenuta durante la Tavola rotunda "L'Entomologia merceologica per la prevenzione e la lotta contro gli infestanti delle industrie alimentari". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 18 febbraio 2011

Biological control of stored product pests: limits and perspectives.

In the last years in Europe there has been a growing interest in the application of biological control methods in integrated stored product pests management. From an ecological point of view, food industries are characterized, in most cases, by constant temperature-humidity conditions close to the synecological optimum of many pests. They are also distinguished by an unlimited availability of *pabulum* with a high nutritional value and above all with specific structural features that create microhabitats which protect the pests from the action of many pesticides. Among the several experiments carried out on applications of biological control in post-harvest, we examine only those that involve the use of arthropods, taking into account only the most significant experiences in relation to the current potential applications in Europe. The following entomophagons species are considered: *Xylocoris flavipes* (Reuter) and *Xylocoris galactinus* (Fieber) (Hemiptera - Anthocoridae), *Anisopteromalus calandrae* (Howard) and *Lariophagus distinguendus* (Förster) (Hymenoptera - Pteromalidae), *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera - Braconidae) and *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera - Trichogrammatidae) and, finally, the predatory mite *Cheyletus eruditus* (Schrank) (Acarina - Cheyletidae) providing for each one a brief description of its spread and use. Biological control in post-harvest has some operational issues related to the strategies to be applied, the definition of biotic agents used in relation to the presence of one or more target species, the need for large amounts of parasitoids, easy to manipulate and to release, the need for qualified interlocutors, as well as the regulation in force that governs the introduction and use of exotic insects and other invertebrates for biological control. Future outlooks are tied to an increasing application of biological control methods in some sectors, such as cereal. We hope that the scientific community can promote a growing research in this area, facilitating the training of qualified experts.

KEY WORDS: Insect, mites, natural enemies, food industries.

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni si è registrato, in ambito europeo, un crescente interesse verso l'applicazione di tecniche di lotta biologica nel contesto delle metodologie di Integrated Pest Management nelle derrate in post-raccolta, dovuto alla necessità di implementare la sicurezza degli operatori e la salvaguardia dell'ambiente (REICHMUTH, 2000; SÜSS & SAVOLDELLI, 2007), nonché di soddisfare la costante richiesta da parte dei consumatori di prodotti igienicamente sempre più garantiti dal rischio di indesiderabili residui di fitofarmaci. È opportuno precisare che, nella comune pratica fitoiatrica, con il termine post-raccolta si intende la gestione delle produzioni agricole, a partire dal prelievo di queste dal campo, includendovi tanto i processi di prima e seconda trasformazione che la commercializzazione all'ingrosso e al dettaglio dei prodotti finiti, ivi comprese le attività commerciali connesse alla somministrazione di cibi e bevande. I diversi passaggi di questa articolata e complessa filiera vengono genericamente definiti, dalla legislazione italiana, quali attività connesse alle "industrie alimentari" e come tali assoggettati a precise norme europee, volte principalmente a tutelare la salute del consumatore. Da un punto di vista ecologico ci troviamo dinnanzi a una molteplicità di ambienti caratterizzati, nella maggioranza dei casi, da condizioni termo-igrometriche costanti e prossime all'*optimum* sinecologico di molti organismi infestanti; la disponibilità pressoché illimitata di *pabulum* ad elevato valore nutrizionale e, soprattutto, le particolari caratteristiche strutturali, creano microambienti in grado di proteggere gli stessi organismi infestanti dall'azione di molti pesticidi (SÜSS & LOCATELLI, 2001).

Appare ovvio considerare in anteprima che il problema connesso alla protezione delle derrate di origine vegetale nell'arco temporale complessivo dal post-raccolta al consumo finale, investe problematiche e competenze multidisciplinari e delle quali quelle connesse alla difesa dagli organismi animali, pur se di cospicua rilevanza pratica, non rappresentano che una parte del processo complessivo

– Pubblicato Giugno 2012

della difesa stessa. Basti richiamare ancora fra gli agenti biologici avversi il problema degli inquinanti di natura fungina (con la relativa produzione di micotossine) ovvero di natura batterica, con l'emergenza di ulteriori problematiche di degradazione dei prodotti alimentari stessi. La letteratura più recente, anche italiana, ha affrontato con dovizia di ragguagli questi ultimi aspetti, che esulano peraltro dalla nostra competenza, ma sui quali ci si può comunque agevolmente documentare. È intuibile pertanto che la nostra sintetica rassegna viene necessariamente confinata ad una parte di pertinenza del settore zoologico applicato.

Per tentare di contenere i numerosi e crescenti problemi entomologici, all'interno degli stabilimenti, si è assistito negli ultimi decenni al progressivo diffondersi di approcci metodologici del controllo integrato, già ampiamente impiegati e collaudati in campo agricolo e per i quali si sono di volta in volta resi necessari gli opportuni adattamenti.

Gli agenti di controllo biologico nelle industrie alimentari

A motivo di quanto premesso, sono numerose le esperienze di lotta biologica realizzate sulle produzioni in post-raccolta, riportate in diverse rassegne scientifiche degli ultimi decenni (tra cui Arbogast, 1984; Brower *et al.*, 1996; Schöller *et al.*, 1997; Žďárková, 2001) e che hanno visto l'impiego di agenti biotici di controllo quali batteri, funghi, nematodi, acari e insetti. Ulteriori metodologie vengono annoverate nel recente contributo di Schöller (2010). In questa rassegna, verrà preso in esame soltanto l'impiego di artropodi, rimandando alle succitate rassegne per l'approfondimento di tematiche relative al controllo microbiologico nei confronti degli infestanti di natura entomatica; limitiamo inoltre le nostre considerazioni ad alcune più significative esperienze, in relazione alle attuali potenzialità applicative in ambito europeo o alla disponibilità di contributi di ricercatori italiani, dando un richiamo ai principali agenti di controllo biologico classico.

Xylocoris flavipes (Reuter) (Hemiptera - Anthocoridae)

È considerato un promettente agente di controllo biologico ed è probabilmente la specie maggiormente studiata da un punto di vista biologico ed etologico fra quelle del gen. *Xylocoris* Doufour (Saulich & Musolin, 2009). Questo predatore, originariamente descritto per l'Algeria, viene riportato per Nord Africa, Europa occidentale, Sud America, Stati Uniti, Estremo Oriente e Australia (Lattin, 2000). Esso rappresenta un importante agente di contenimento di diverse specie di insetti infestanti le derrate in magazzino. Il suo ciclo biologico è stato studiato da diversi autori in condizioni di laboratorio sin dagli anni '70 (Arbogast *et al.*, 1971; Awadallah & Tawfik, 1972); particolarmente interessanti sono le osservazioni che hanno permesso di evidenziare come l'efficacia della predazione risulti influenzata dalle dimensioni della preda (Lecato & Davis, 1973). L'intensa attività trofica degli stadi preimaginali e degli adulti viene svolta a spese di uova, larve e pupe di coleotteri e lepidotteri, tra cui *Tribolium confusum* Jacquelin du Val, *T. casteneum* (Herbst), *Sitophilus zeamays* Motschulsky, *S. granarius* (L.), *Lasioderma serricorne* (F.), *Plodia interpuctella* (Hübner), *Sitotroga cerealella* (Oliver), tutte specie cosmopolite tipicamente infeudate ai cereali in conservazione (Reichmuth, 2000). L'antocoride è spontaneamente presente, in apprezzabile densità di popolazione, all'interno dei magazzini infestati nelle aree geografiche più calde, dopo alcuni mesi di stoccaggio delle masse granarie (Pericart, 1972; Lattin, 2000); diverse osservazioni sperimentali hanno infatti evidenziato che *X. flavipes* può svolgere il proprio ciclo biologico anche in presenza di temperature superiori ai 35° C, benché l'optimum sinecologico risulti compreso tra 29 e 31° C (Arbogast, 1975; Abdel-Rahamn *et al.*, 1983). Gli adulti e gli stadi giovanili attuano una intensa attività di ricerca della preda, anche se l'approccio con questa è molto cauto; in condizioni di laboratorio sono stati osservati, nel caso di larve di *T. castaneum*, rapidi movimenti di queste ultime, capaci di ferire il predatore (Russo *et al.*, 2004). Alcuni autori hanno anche registrato (Lecato & Collins, 1976) una maggiore preferenza delle neanidi per le uova delle proprie prede. Numerose osservazioni di laboratorio hanno evidenziato interessanti risposte funzionali dell'antocoride nei confronti delle sue prede attraverso i modelli matematici di Holling (1959a, 1959b) che studiano il rapporto predatore/preda all'aumentare della disponibilità di quest'ultima, mettendo in luce un comportamento di II tipo: vale a dire che il numero di prede consumate cresce costantemente sino al raggiungimento di un livello di sazietà del predatore stesso (Brower *et al.*, 1996; Rahman *et al.*, 2009; Virone, 2008). Osservazioni biologiche su popolazioni mediterranee (Russo *et al.*, 2004) hanno confermato che queste sono maggiormente adattate alle alte temperature, pur se tollerano meglio gradienti più bassi rispetto alle popolazioni saggiate da Arbogast (1975) negli Stati Uniti. Tale termofilia può risultare di particolare interesse applicato per i programmi di lotta integrata in post-raccolta negli ambienti mediterranei, ove in tarda estate e autunno

vengono spesso raggiunte, all'interno dei locali di stoccaggio, temperature superiori ai 30° C, ancora idonee in tal caso a consentire l'introduzione e il successivo sviluppo dell'antocoride. Proprio per approfondire tali aspetti, è stato finanziato un progetto di ricerca PRIN 2005 dal titolo "Innovazione nella gestione delle infestazioni da *Tribolium* spp. per la sicurezza alimentare". Ciò ha consentito di fornire, su espressa richiesta, numerosi esemplari provenienti dalle colonie selezionate e impiegate per la sperimentazione ad alcune biofabbriche straniere per essere destinati alla produzione massale e successivamente alla diffusione sul mercato.

Xylocoris galactinus (Fieber)
(Hemiptera - Anthocoridae)

È una specie rinvenuta e descritta in Europa (PÉRICART, 1972), ma con diffusione ritenuta praticamente cosmopolita, anche grazie alla commercializzazione delle granaglie in cui spesso si rinviene spontaneamente (LATTIN, 2000). Oltre che nei magazzini di cereali questo eterottero predatore si riscontra in lettiere, nei cumuli di letame, nella paglia e ovunque si trovino condizioni di temperatura e *pabulum* idonei al suo sviluppo (HALL, 1951). Esso è segnalato quale predatore di numerose specie di insetti tra cui il dittero *Musca domestica* (L.), coleotteri e acari (TAWFIK & EL-HUSSEINI, 1971), ma è risultato per molto tempo meno studiato della specie precedente. Un primo importante contributo sulla sua biologia è rappresentato dagli studi condotti in Egitto da TAWFIK & EL-HUSSEIN (1971), mentre bisogna attendere gli anni '90 per una prima valutazione comparata della sua attività di predazione su *M. domestica* e *T. confusum* (AFIFI & IBRAHIM, 1991). Più recentemente presso l'Università di Milano sono state condotte, nell'ambito del già citato progetto PRIN, osservazioni volte a valutare lo sviluppo postembrionale, l'attività di predazione degli stadi giovanili e la fecondità degli adulti su larve di *T. castaneum* e *T. confusum*, a diverse temperature (SAVOLDELLI, 2007). Da questi studi è emerso come l'antocoride possa, al pari della specie precedente, essere preso in considerazione per la sua efficace attività predatoria per applicazioni di lotta biologica, come ad esempio nello stoccaggio di cereali biologici.

Anisopteromalus calandrae (Howard)
(Hymenoptera - Pteromalidae)

Questo imenottero, afferente alla famiglia dei Pteromalidi, rappresenta uno dei principali parassitoidi rinvenibili negli ammassi granari ed è riportato come potenziale agente di controllo biologico dei coleotteri *S. granarius*, *S. zeamays*, *Rhyzopertha dominica* (F.), *Stegobium paniceum* (L.), *L. serricorne*, *Acanthoscelides obtectus* (Say), *Callosobruchus maculatus* (F.) (WILLIAMS & FLOYD, 1971; ARBOGAST & MULLEN, 1990; REICHMUTH, 2000, NGAMO *et al.,* 2007). Questo ectoparassitoide primario idiobionte attacca gli ultimi stadi larvali delle specie ospiti all'interno dei semi dei cereali (SHIN *et al.*, 1994). La femmina paralizza la larva della sua vittima, per deporvi un suo uovo sul tegumento, da cui schiuderà a sua volta una larva che si nutrirà dell'emolinfa dell'ospite (AHMED, 1996). Di norma da ciascuna larva ospite emerge un solo esemplare del parassitoide (ARBOGAST & MULLEN, 1990). Recenti studi condotti con l'ausilio di un olfattometro a due vie in vetro (BELDA & RIUDAVETS, 2010) hanno evidenziato una risposta positiva delle femmine ovideponenti allo spettro odoroso prodotto sia da larve di *S. oryzae*, *R. dominica*, *L. serricorne*, *T. confusum*, sia da substrati alimentari di queste specie (quali riso o farina di grano tenero), che da ospiti e substrato insieme. Alcuni autori (NIEDERMAYER & STEIDLE, 2007) reputano *A. calandrae* specie termofila particolarmente efficace nel periodo estivo, quando si abbrevia la durata del suo ciclo biologico. Attesa l'efficacia dimostrata in special modo nel contenimento di curculionidi del genere *Sitophilus*, *A. calandrae* viene considerato un parassitoide idoneo ad essere utilizzato come agente di controllo dalle aziende di disinfestazione (SCHÖLLER, 2010).

Lariophagus distinguendus (Förster)
(Hymenoptera - Pteromalidae)

Anche questo pteromalide è riportato come potenziale agente di controllo biologico di numerose specie di coleotteri, quali *S. granarius, L. serricorne, S. paniceum, R. dominica, A. obtectus* e *Ptinus clavipes* (REICHMUTH, 2000). È un ectoparassitoide solitario di larve e pupe (STEIDLE & SCHÖLLER, 1997) che è stato oggetto di numerosi studi sulla sua biologia ed ecologia (BELLOWS, 1985; ASSEM VAN DEN *et al.*, 1989); in molti casi è emerso che la sua capacità di parassitizzazione risulta fortemente influenzata dalla temperatura (HONG & RYOO, 1991; RYOO *et al.*, 1991), nonché da fenomeni di competizione intra e interspecifica con altri parassitoidi (RYOO et al., 1996). Negli anni '70 alcuni autori avevano precedentemente considerato la specie, a causa della bassa fecondità, non idonea all'impiego in programmi di controllo biologico (GONEN & KUGLER, 1970); in effetti è stato poi dimostrato da successivi studi come la fecondità delle femmine vari in relazione al ceppo utilizzato, all'ospite e alle condizioni di allevamento

(STEIDLE, 1998). Un altro fattore etologico positivo di questa specie è la sua capacità di intercettare le vittime all'interno del substrato. Gli studi di STEIDLE & SCHÖLLER (2002) hanno ad esempio evidenziato come le femmine ovideponenti siano in grado di localizzare le vittime sino a 4 metri di distanza dalla superficie, anche se il livello di parassitizzazione raggiunto decresce all'aumentare della profondità. Qui è opportuno ricordare che in relazione alle temperature dell'Europa centrale, questa rappresenta anche la profondità massima per l'ospite *S. granarius* (STEIDLE & SCHÖLLER, 2002). La capacità di ricerca dell'imenottero viene favorita dall'azione cairomonica della componente volatile prodotta dalle deiezioni delle calandre (STEINER *et al.*, 2007) e ciò potrebbe rappresentare un ulteriore interessante aspetto applicativo da esplorare. La possibilità di impiego di *L. distinguendus* nei programmi di controllo biologico si è recentemente ampliata con la sua introduzione nelle strutture museali per la lotta ai Coleotteri Anobiidi e Ptinidi (SCHÖLLER, 2010).

Habrobracon hebetor (Say)
(Hymenoptera - Braconidae)

Quest'imenottero braconide, a distribuzione cosmopolita, è un ectoparassitoide idiobionte gregario che si sviluppa a spese di larve di numerose specie di lepidotteri, principalmente tignole della famiglia Pyralidae (ELIOPOULOS & STATHAS, 2008). Recenti osservazioni (GHIMIRE & PHILLIPS, 2010) hanno infatti confermato che in aggiunta a specie della subfamiglia Phyticinae, quali *P. interpunctella*, *Ephestia kuehniella* (Zeller), *E. elutella* (Hübner), *Cadra cautella* (Walker), l'entomofago paralizza e ovidepone anche su *Galleria mellonella* L. e *Corcyra cephalonica* (Stainton). In realtà il numero di specie di lepidotteri ospiti risulta molto più ampio (AMIR-MAAFI & CHI, 2006) ma ciò è probabilmente legato alla presenza di popolazioni diverse tra il pieno campo e gli ambienti confinati di stoccaggio (HEIMPEL *et al.*, 1997). In relazione all'importanza economica delle specie ospiti, *H. hebetor* viene oggi impiegato in programmi di controllo biologico ed è stato pertanto oggetto, tra l'altro, di studi volti a definirne importanti aspetti demografici e biologici (AMIR-MAAFI & CHI, 2006, FOROUZAN *et al.*, 2008, AKINKUROLERE *et al.*, 2009). Ad esempio, è stato chiarito che l'imenottero, pur potendo parassitizzare tutti gli stadi larvali della temibile tignola fasciata, tende ad ovideporre maggiormente sulle ultime età, che risultano più facilmente localizzabili sia per il quantitativo di kairomoni emessi (VET & DICKE, 1992) sia per le maggiori dimensioni. Un probabile limite, nel caso di impiego massivo contro la tignola del riso *C. cephalonica*, può essere rappresentato dalla ridotta capacità di rinvenimento dell'ospite quando il cereale è posto in sacchi di juta (ADARKWAH *et al.*, 2010), condizione abituale per lo stoccaggio e la commercializzazione del riso. La specie è comunque capace di svilupparsi entro un ampio range di temperature; osservazioni condotte sulla risposta funzionale su *P. interpunctella* in un intervallo tra i 17 e i 35° C, hanno evidenziato che dai 17 ai 29° C il tempo di manipolazione della preda è inversamente proporzionale alla temperatura, a partire dai 32° C il tempo diventa proporzionale (ZHONG *et al.*, 2009).

Trichogramma evanescens Westwood
(Hymenoptera - Trichogrammatidae)

Gli imenotteri ooparassitodi del genere *Trichogramma* sono stati usati con successo per il controllo biologico in un ampio numero di agroecosistemi in diverse parti del mondo. In particolare in Europa, *T. evanescens* Westwood, viene impiegato da tempo in Germania nell'ambito di programmi di controllo biologico in industrie alimentari ed esercizi commerciali contro i Lepidotteri Ficitidi *P. interpunctella*, *E. kuehniella* ed *E. elutella* (PROZELL & SCHÖLLER, 1998). In effetti sono state oggetto di osservazione, quali agenti di controllo biologico delle piralidi delle derrate, anche altre specie del medesimo genere quali *T. embryophagum* Quednau (SCHÖLLER *et al.*, 1996), *T. brassicae* Bezdenko, *T. pretiosum* Riley, *T. carverae* Oatman & Pinto (STEIDLE *et al.*, 2001), *T. cacoeciae* Marchal (SCHÖLLER & HASSAN, 2001), *T. deion* Pinto & Oatman, *T. ostriniae* Pang & Chen (GRIESHOP *et al.*, 2008). *T. evanescens* si presta, a differenza di molte altre specie, ad essere manipolato con maggiore facilità. L'introduzione nelle industrie, che avviene sotto forma di strisce di cartoncino sulle quali sono incollate centinaia di uova di lepidotteri parassitizzate, è facilitata ad esempio dalla buona resistenza delle sue pupe alle basse temperature, che consentono quindi lo stoccaggio e la successiva spedizione delle uova parassitizzate (AYVAZ *et al.*, 2008). L'oofago presenta anche una buona resistenza alle alte temperature ed è quindi particolarmente idoneo per il controllo delle specie maggiormente termofile, come *P. interpunctella* (SCHÖLLER & HASSAN, 2001). Appaiono particolarmente interessanti gli studi fatti da SCHÖLLER & PROZELL (2002), volti a valutare l'effetto cairomonico di (Z,E)-9,12-tetra-decadenyl acetato, componente comune ai feromoni di *Ephestia* spp. e *P. interpunctella*. Tale aspetto potrebbe divenire di rilevante interesse se nel corso dei lanci dell'entomofago si dovessero registrare importanti catture alle

trappole, normalmente disposte in azienda per il monitoraggio nell'ambito dei piani di autocontrollo. Sempre in questi studi è inoltre emerso che, esponendo femmine senza esperienza di ovideposizione, femmine che avevano ovideposto ma non in presenza del feromone e femmine che avevano ovideposto in presenza del feromone, soltanto quest'ultime davano una risposta positiva al predetto feromone. Verifiche effettuate in prove di campo dagli stessi autori hanno comunque registrato catture molte basse di *T. evanescens* nelle trappole innescate con il predetto componente.

Cheyletus eruditus (Schrank) (Acarina - Cheyletidae)

Gli acari rappresentano un problema molto diffuso sulle derrate alimentari in special modo ove si creano condizioni ambientali idonee allo sviluppo di una ricca micoflora che rappresenta per molte specie un'importante fonte alimentare. Associate alle specie saprofaghe e detritivore vengono spesso individuate, anche in numero considerevole, specie predatrici della fam. Cheyletidae (Prostigmata); tra queste, quella su cui si è maggiormente concentrata l'attenzione dei ricercatori è *Cheyletus eruditus,* facilmente rinvenibile su derrate anche in Italia (BENINATO *et al.*, 2000). È una specie attiva predatrice di acari appartenenti alle fam. Acaridae e Glycyphagidae, in particolare di *Acarus siro* L., *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) e *Lepidoglyphus destructor* (Schrank) (ŽĎÁRKOVÁ, 1986). Le pluriennali ricerche di ŽĎÁRKOVÁ (1986, 1994, 1996, 2001; ŽĎÁRKOVÁ & HORÁK, 1999) hanno consentito di chiarire aspetti fondamentali per il suo impiego quale agente di controllo biologico. Il predatore, ad esempio, è capace di sopravvivere a temperature inferiori a 0° C, ma non si sviluppa se queste non superano i 12°, il suo ciclo biologico può variare dai 18 ai 164 giorni (ŽĎÁRKOVÁ, 2001). *C. eruditus* tende a predare specie che si muovono lentamente come *A. siro* rispetto a quelle più veloci come *L. destructor*; ciò è particolarmente importante atteso che sui cereali la prima è una degli infestanti principali. Questo predatore è maggiormente resistente agli acaricidi fosforganici rispetto alle proprie prede. La moltiplicazione negli allevamenti massali (ŽĎÁRKOVÁ, 1986) avviene inoculando a 25° C e 75% U.R. in contenitori della capacità di circa 1 l e su 100 gr di semi di lattuga, 20.000 esemplari di *A. siro* e 100-200 di *C. eruditus*; con questa tecnica, nell'arco di un mese, è possibile ottenere circa 2100 ± 600 esemplari del predatore. Il complesso di tali osservazioni ha anche consentito l'elaborazione di un modello matematico di controllo biologico di *A. siro* da parte di *C. eruditus* su grano (PEKÁR & ŽĎÁRKOVÁ, 2004). Altre specie predatrici di acari, quali *C. malaccensis* Oudemans e *Blattisocius tarsalis* (Berlese), anch'esse rinvenute in Italia su cereali (RUSSO *et al.*, 1996), sono attualmente oggetto di valutazione per l'impiego in programmi di controllo biologico (THIND & FORD, 2006; LUKÁS *et al.*, 2007).

PROBLEMATICHE APPLICATIVE

Le industrie alimentari rappresentano per molti aspetti ecologici un habitat particolare e richiedono pertanto opportuni adattamenti delle metodologie di controllo biologico classico. Si tratta infatti di spazi chiusi e confinati, siti in aree urbane o suburbane, all'interno dei quali sono presenti poche specie, spesso strettamente connesse alle stesse materie prime stoccate, e nei quali gli interventi di fumigazione tendono ad azzerare le popolazioni animali presenti, limitando fortemente la coesistenza di eventuali ospiti di sostituzione. Un primo aspetto pratico è quindi legato alla metodologia di lotta biologica impiegata; di norma vengono effettuati lanci inondativi di entomofagi con l'impiego di insetti provenienti da allevamenti massali (SCHÖLLER *et al.*, 1997), mentre l'unico caso sinora noto di successo con lanci inoculativi è quello del coleottero histeride *Teretriosoma nigrescens* Lewis in Africa contro il coleottero bostrichide *Prostephanus truncatus* (Horn). La definizione dell'agente biotico da lanciare è legata alla presenza di una o più specie target, per cui spesso può essere opportuno immettere sia predatori che parassitoidi; ciò è quanto è emerso ad esempio nel controllo biologico della tignola *C. cautella* con *X. flavipes* e *H. hebetor* in depositi di arachidi (KEEVER *et al.*, 1986), oppure come nel caso della lotta a *R. dominica* con l'imenottero *A. calandrae* e l'acaro *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophecinae) (GONÇALVES *et al.*, 2006).

Effettuando dei lanci inondativi su larga scala diventa particolarmente importante disporre di elevate quantità di parassitoidi, agevolmente manipolabili e di facile distribuzione, al fine di promuovere la reale diffusione delle tecniche di lotta biologica. In quest'ottica vanno evidenziate alcune applicazioni realizzate contro le tignole delle derrate nella città di Berlino, sia in punti di commercio al dettaglio che persino nelle abitazioni private (SCHÖLLER *et al.*, 1997).

In termini più generali, il controllo biologico nelle derrate in post-raccolta come parte integrante dell'IPM richiede la valutazione preventiva di una serie di fattori tra loro interagenti e la rilevazione di parametri decisionali, la localizzazione dell'infestazione, l'ef-

fettuazione di campionamenti mirati, l'applicazione di soglie d'intervento, la definizione delle specie target e la conoscenza della composizione delle loro popolazioni (BURKHOLDER & FAUSTINI, 1991). L'applicazione di tali modalità operative rappresenta sicuramente una premessa importante per favorire la diffusione del controllo biologico tra gli operatori del settore. Vi è infatti una certa riluttanza in ambito europeo da parte degli agricoltori e delle industrie alimentari nell'adottare tali tecniche operative a causa della loro potenziale complessità e difficoltà, nonché per la mancanza di una adeguata opera di divulgazione e sensibilizzazione (STEJSKAL *et al.*, 2002).

Una ulteriore difficoltà è legata alle vigenti normative che regolano l'introduzione e l'impiego di insetti utili ed altri invertebrati esotici per il controllo biologico. Il legislatore italiano con il D.P.R. 12 marzo 2003 n. 120 vieta, con interpretazione fortemente restrittiva della normativa europea, "la reintroduzione, l'introduzione e ripopolamento in natura di specie e popolazioni non autoctone" rendendo di fatto non possibile l'utilizzo di antagonisti naturali provenienti da altri areali.

In molti casi, nelle industrie alimentari si verificano infestazioni riconducibili a più specie di insetti e/o acari e questo rende particolarmente complessa l'adozione del controllo biologico per la difficoltà di poter disporre spesso di un efficace agente biologico multitarget (STEJSKAL *et al.*, 2002). A quest'ultima categoria possono ascriversi *C. eruditus* e *T. evanescens*, in grado rispettivamente di predare numerose specie di acari e di parassitizzare le uova di gran parte delle piralidi. Ciò fa si che essi vengano da alcuni autori additati come gli unici successi commerciali dell'applicazione del controllo biologico nelle industrie alimentari (STEJSKAL *et al.*, 2002).

POSSIBILITÀ OPERATIVE E PROSPETTIVE FUTURE

Al fine di stimolare la ricerca scientifica a favore del settore in causa l'Unione Europea ha finanziato, nell'ambito del programma COST, un progetto di ricerca quinquennale (1999-2004) che ha visto la presenza di ricercatori provenienti da diversi Paesi europei), dal titolo Biocontrol of Arthropod Pests in Stored Products (Cost Action 842). La risoluzione finale (HANSEN, 2007), adottata sulla base dei risultati ottenuti nel corso del progetto, individuava già alcune tipologie di applicazioni nelle quali il controllo biologico poteva essere promettente:

– nei locali vuoti contro acari, coleotteri e lepidotteri, impiegando acari predatori, imenotteri parassitoidi e funghi entomopatogeni;
– con interventi preventivi sulle materie prime, in particolare grano, mediante acari predatori e imenotteri parassitoidi;
– con interventi preventivi mediante ooparassitoidi del gen. *Trichogramma* per proteggere i prodotti confezionati dalle infestazioni delle tignole.

Con riferimento al nostro Paese, si può ritenere che alcune particolari tipologie di filiere agroalimentari possono ben prestarsi ad una crescente applicazione dei metodi di lotta biologica. Una di queste può senz'altro individuarsi nella filiera cerealicola. I silos o più in generale i granai, che sono i siti in cui di norma il cereale viene infestato da numerose specie di artropodi, possono rappresentare al contempo un ambiente idoneo per una efficace introduzione di idonei entomofagi. L'azione di contenimento di tipo biologico può rappresentare - visto fra l'altro l'aumento dei fenomeni di resistenza dei fitofagi chiave all'unico fumigante oggi autorizzato, la fosfina, nonché a diversi altri principi attivi impiegati con altre modalità di applicazione - un importante fattore di contenimento delle infestazioni; ciò consentirebbe il mantenimento delle caratteristiche qualitative di pregio della derrata, nel rispetto della salubrità del prodotto e della sua sicurezza dal punto di vista tossicologico. Questo, in un momento di grave difficoltà per il settore, potrebbe anche rappresentare un fattore di competizione rispetto all'importazione dall'estero di cereali che non offrono chiare garanzie qualitative sia in termini alimentaristici che tossicologici.

Nelle industrie di prima e seconda trasformazione, inoltre, la presenza di polveri inquinanti rende spesso inefficace o di difficile attuazione l'applicazione di pesticidi contro gli infestanti. In tali casi può offrire apprezzabili risultati l'applicazione della lotta biologica (PROZELL *et al.*, 1995). I numerosi ed efficaci sistemi di monitoraggio delle popolazioni entomatiche, specie di quelli in cui si fa uso di semiochimici, possono fornire un valido contributo per valutare in maniera efficace la riduzione delle popolazioni, consentendo l'adozione tempestiva di eventuali soluzioni alternative. Per questa ragione essi vengono considerati quale sistema routinario di controllo dai manuali HACCP e Sistemi di qualità. La presenza di adeguati impianti di prepulitura e di cernita in grado di eliminare dalla materie prime e da quella di prima trasformazione gli insetti nocivi, i parassitoidi e/o i loro frammenti (altrimenti evidenziati dalle sofisticate analisi di routine richieste ad esempio dalla Grande Distribuzione Organizzata), possono al contempo consentire di rispettare pienamente gli standard commerciali richiesti.

In conclusione, ci si auspica che la comunità scientifica possa promuovere, con particolare riferimento al nostro paese, una crescente attività di ricerca in questo settore, agevolando la formazione di esperti

qualificati, avviando nel contempo una interlocuzione con gli organi ministeriali e con le associazioni di categoria affinché, anche nelle industrie alimentari - al pari di quanto avvenuto ad esempio nel settore delle colture protette o della frutticoltura - si promuova una campagna di divulgazione presso le aziende e i consumatori che consenta di aumentare sensibilmente anche in Italia i livelli di applicazione della lotta biologica in post-raccolta sui prodotti destinati a successive trasformazioni nelle industrie alimentari.

RIASSUNTO

Negli ultimi anni si è registrato, in ambito europeo, un crescente interesse verso l'applicazione di tecniche di controllo biologico nel contesto delle metodologie dell'Integrated Pest Management nelle derrate alimentari. Da un punto di vista ecologico, le industrie alimentari sono, nella maggioranza dei casi, caratterizzate da condizioni termo-igrometriche costanti e prossime all'*optimum* sinecologico di molti organismi infestanti; da disponibilità pressoché illimitata di *pabulum* ad elevato valore nutrizionale e, soprattutto, da particolari caratteristiche strutturali, che creano microambienti in grado di proteggere gli stessi organismi infestanti dall'azione di molti pesticidi. Tra le numerose esperienze di lotta biologica realizzate sulle produzioni in post-raccolta, vengono prese in esame soltanto quelle che prevedono l'impiego di artropodi, limitandosi a considerare, in relazione alle attuali potenzialità applicative in ambito europeo, solo le esperienze più significative. Vengono quindi considerati gli insetti *Xylocoris flavipes* (Reuter) e *Xylocoris galactinus* (Fieber) (Hemiptera - Anthocoridae), *Anisopteromalus calandrae* (Howard) e *Lariophagus distinguendus* (Förster) (Hymenoptera – Pteromalidae), *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera – Braconidae) e *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera – Trichogrammatidae) e, infine, l'acaro *Cheyletus eruditus* (Schrank) (Acarina – Cheyletidae) fornendo per ciascuno di essi brevi indicazioni sulla loro diffusione e sul loro impiego. Il controllo biologico nel post-raccolta ha alcune problematiche operative connesse strategie adottate, alla definizione degli agente biotici da impiegare in relazione alla presenza di una o più specie target, alla necessità di disporre di elevate quantità di parassitoidi, agevolmente manipolabili e di facile distribuzione, alla necessità di avere interlocutori qualificati, alle vigenti normative che regolano l'introduzione e l'impiego di insetti utili ed altri invertebrati esotici per il controllo biologico. Le prospettive future sono legate ad una crescente applicazione dei metodi di lotta biologica in alcune filiere, come quella cerealicola. L'auspicio è che la comunità scientifica possa promuovere una crescente attività di ricerca in questo settore, agevolando la formazione di esperti qualificati.

BIBLIOGRAFIA

ABDEL-RAHMAN H.A., SHAUMRAR N.F., SOLIMAN Z.A., EL-AGOZE M.M., 1983 – *Efficiency of the anthocorid predator* Xylocoris flavipes *(Reut.) in biological control of stored grain insects*. - Bulletin of the Entomological Society of Egypt, 11: 27-34.

ADARKWAH C., BÜTTNER C., REICHMUTH C., OBENG-OFORI D., PROZELL S., SCHÖLLER M., 2010 – *Ability of the larval ectoparasitoid* Habrobracon hebetor *(Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae) to locate the rice moth* Corcyra cephalonica *(Stainton, 1865) (Lepidoptera: Pyralidae) in bagged and bulk stored rice*. - Journal of Plant Diseases and Protection, 117(2): 67-71.

AFIFI A. I., IBRAHIM A.M.A., 1991 – *Effect of prey on various stage of the predator* Xylocoris galactinus *(Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae)*. - Bulletin of Faculty of Agriculture, University of Cairo, 42 (1): 111-117.

AHMED K.S., 1996 – *Studies on the ectoparasitoid* Anisopteromalus calandrae *How. (Hymenoptera: Pteromalidae) as a biocontrol agent against the lesser grain,* Rhyzopertha dominica *(Fab.) in Saudi Arabia*. - Journal of Stored Products Research, 32: 137 -140.

AKINKUROLERE R.O., BOYER S., CHEN H., ZHANG H., 2009 – *Parasitism and host-location preference in* Habrobracon hebetor *(Hymenoptera: Braconidae): role of refuge, choice, and host instar*. - Journal of Economic Entomology, 102(2): 610-615.

AMIR-MAAFI M., CHI H., 2006 – *Demography of* Habrobracon hebetor *(Hymenoptera: Braconidae) on two pyralid hosts (Lepidoptera: Pyralidae)*. - Annals of the Entomological Society of America, 99(1): 84-90.

ARBOGAST R.T., 1975 – *Population growth of* Xylocoris flavipes *(Hemiptera: Anthocoridae). Influence of temperature and humidity*. - Environmental Entomology, 4: 825-831.

ARBOGAST R.T., 1984 – *Biological control of stored-product insects: status and prospects*. - In: Baur, F.J. (ed), Insect Management for Food Storage and Processing. American Association of Cereal Chemist, Inc., St. paul, Minneapolis USA, pp. 225-238.

ARBOGAST R.T., CARTHON M., ROBERTS JR. J.R., 1971 – *Developmental stages of* Xylocoris flavipes *(Hemiptera: Anthocoridae) a predator of stored-products insects*. - Annals of Entomological Society of America, 64: 1131-1134.

ARBOGAST R.T., MULLEN M.A., 1990 – *Interaction of maize weevil (Coleoptera: Curculionidae) and parasitoid* Anisopteromalus calandrae *(Hymenoptera: Pteromalidae) in a small bulk of stored corn*. - Journal of Economic Entomology, 83: 2462-2468.

ASSEM VAN DEN J., IERSEL VAN J.A., LOS-DEN-HARTOGH R.I., 1989 – *Is being large more important for female than for male parasitic wasp?* - Behaviour, 108: 160-195.

AWADALLAH K.T.; TAWFIK M.F.S., 1972 *The biology of* Xylocoris (=Piezostethus) flavipes *(Reut.)*. – Bulletin of the Entomological Society of Egypt, 56: 177-189.

AYVAZ A., KARASU E., KARABÖRKLÜ S., TUNÇBILEK A. , 2008 – *Effects of cold storage, rearing temperature, parasitoid age and irradiation on the performance of* Trichogramma evanescens *Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae)*. - Journal of Stored Products Research, 44: 232-240.

BELDA C., RIUDAVETS J., 2010 – *Attraction of the parasitoid* Anisopteromalus calandrae *(Howard) (Hymenoptera: Pteromalidae) to odors from grain and stored products pests in a Y-tube olfactometer*. - Biological Control, 54: 29-34.

BELLOWS T.S., 1985 – *Effects of host age and host availability on developmental period, adult size, sex ratio, longevity and fecundity* Lariophagus distinguendus *Förster (Hymenoptera: Pteromalidae).* - Researches on Population Ecology, 27: 55-64.

BENINATO S., RUSSO A., TROPEA GARZIA G., 2000 – *Artropodi infestanti i pistacchi in magazzino in Sicilia*. - Phytophaga, 9(1999): 3-14.

BROWER J.H., SMITH L., VAIL P.V., FLINN P.W., 1996 – *Biological control*. - In: Subramanyam B. and Hangstrum D.W. (eds), Integrated Management of Insect in Stored Products, Marcell Dekker, New York, USA pp 223-286.

BURKHOLDER W.E., FAUSTINI D.L., 1991 – *Biological methods of survey and control.* - In: Ecology and management of food industry pest. Gorham J. ed. AOAC Press, pp 361-372.

ELIOPOULOS P.A., STATHAS G.J., 2008 – *Life tables of*

Habrobracon hebetor *(Hymenoptera: Braconidae) parasitizing* Anagasta kuehniella *and* Plodia interpunctella *(Lepidoptera: Pyralidae): effect of host density*. - Journal of Economic Entomology, 103(3): 982-988.

FOROUZAN M., AMIRMAAFI M., SAHRAGARD A., 2008 – *Temperature-dependent development of* Habrobracon hebetor *(Hym.: Braconidae) reared on larvae of* Galleria melonella. - Journal of Entomological Society of Iran, 28(1): 67-78.

GHIMIRE M.N., PHILLIPS T.W., 2010 – *Suitability of different Lepidopteran host species for development of* Bracon hebetor *(Hymenoptera: Braconidae).* - Environmental Entomology, 39(2): 449-458.

GONEN M., KUGLER J., 1970 – *Notes on the biology of* Lariophagus distinguendus *(Foerster) (Hym. Pteromalidae) as a parasite of* Sitophilus oryzae *(L.) (Col. Curculionidae).* - Israel Journal of Zoology, 5: 133-140.

GONÇALVES J.R., FARONI L.R., GUEDES R. N., DE OLIVEIRA C.R., GARCIA F.M., 2006 – *Interação entre* Acarophenax lacunatus *(Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) e* Anisopteromalus calandrae *(Howard) (Hymenoptera: Pteromalidae) sobre* Rhyzoperta dominica *(Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae)*. - Neotropical Entomology, 35(6): 823- 827.

GRIENSHOP M.J., FLINN P.W., NECHOLS J.R., CAMPBELL J.F., 2008 - *Effects of fine-grain habitat complexity on egg parasitism by three species of* Trichogramma. – Biological Control, 45: 328-336.

HALL D.W., 1951 – *Observations on the distribution, habitus and life-history of the bug* Piezostethus galactinus *(Fieb.) (Hemipt., Anthocoridae)*. - Entomological Monthly Magazine, 87: 45-52.

HANSEN L.S., 2007 – *Potential for widespread application of biological control of stored-product pests - the European perspective*. - Journal of Stored Products Research 43: 312-313.

HEIMPEL G.F., ANTOLIN M.F.P., FRANQUI R.A., STRAND M.R., 1997 – *Reproductive isolation and genetic variation between two "strain" of* Bracon hebetor *(Hymenoptera: Braconidae)*. - Biological Control, 9: 149-196.

HOLLING C.S., 1959a – *The components of predation as revealed by a study of small mammal predation of European pine sawfly*. - Canadian Entomologist, 91: 293-320.

HOLLING C.S., 1959b – *Some characteristics of simple types of predation and parasitism*. - Canadian Entomologist, 91: 385-398.

HONG Y.S., RYOO M.I., 1991 – *Effect of the temperature on the functional and numerical responses of* Lariophagus distinguendus *(Hymenoptera: Pteromalidae) to various densities of the host,* Sitophilus oryzae *(Coleoptera : Curculionidae).* - Journal of Economic Entomology, 84: 837-840.

KEEVER D.W., MULLEN M.A., PRESS J.W., ARBOGAST R.T., 1986 – *Augmentation of natural enemies for suppressing two major insect pests in stored farmers stock peanuts*. - Environmental Entomology, 15(3): 767-770.

LATTIN J.D., 2000 – Minute *Pirate Bugs (Anthocoridae) in Heteroptera of Economic importance*. - Schaefer C.W. Panizzi A.R., Eds. CRC Press, Washington, pp. 607-637.

LECATO G.L., COLLINS J.M., 1976 – Xylocoris flavipes*: maximum kill of* Tribolium castaneum *and minimum kill required for survival of the predator*. - Environmental Entomology, 5: 1059-1061.

LECATO G.L., DAVIS R., 1973 – *Preferences of the predator* Xylocoris flavipes *(Hemiptera: Anthocoridae) for species and instars of stored products insects*. - Florida Entomologist 56: 57-59.

LUKÁS J., STEISKAL V., JAROŠIK V., HUBERT J., ŽĎÁRKOVÁ E., 2007 – *Differential natural performance of four Cheyletus predatory mite species in Czech grain stores*. - Journal of Stored Products Research, 43: 97-102.

NGAMO T.S.L., KOUNINKI H., LADANG Y.D., NGASSOUM M.B., MAPONGMESTEM P.M., HANCE T., 2007 – *Potential of* Anisopteromalus calandrae *(Hymenoptera: Pteromalidae) as biological control agent of* Callosobruchus maculatus *(F.) (Coleoptera: Bruchidae)*. - African Journal Agricultural Researches, 2: 168-172.

NIEDERMAYER S., STEIDLE J.L.M., 2007 – *Influence of extreme temperature in grain stores on the parasitation ability of beneficial insects in stored product protection*. - 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, http://orgprints.org/ view/ projects/wissenschaftstagung-2007.html; http://orgprints.org/9631/.

PEKÁR S., ŽĎÁRKOVÁ E., 2004 – *A model of the biological control of* Acarus siro *by* Cheyletus eruditus *(Acari: Acaridae, Cheyletidae) on grain*. - Journal of Pest Science, 77: 1-10.

PERICART J., 1972 – *Hémiptères, Anthocoridae, Cimicidae et Microsiphidae de l'Ouest-Paléartique.* - Masson et Cie., Paris, 402 pp.

PROZELL S., SCHÖLLER M., 1998 – *Insect fauna of a bakery, processing organic grain and applying* Trichogramma evanescens *Westwood*. - Integrated protection of stored products. IOBC/WPRS Bulletin, 21: 39-44.

RAHMAN M.M., ISLAM W., AHMED K.N., 2009 – *Functional response of the predator* Xylocoris flavipes *to three stored product insects pests*. - International Journal of Agriculture & Biology, 11(3): 316-320.

REICHMUTH C., 2000 – *Biological control in stored product protection*. - IOBC/WPRS Bulletin, 23(10): 11-23.

RUSSO A., COCUZZA G.E., VASTA M.C., 2004 – *Life tables of* Xylocoris flavipes *(Hemiptera: Anthocoridae) feeding on* Tribolium castaneum *(Coleoptera: Tenebrionidae)*. - Journal of Stored Products Research, 40: 103-112.

RUSSO A., TROPEA GARZIA G., VACANTE V., SPINA L., 1996 – *Indagini preliminari sugli acari dei cereali da granella in Sicilia*. - Disinfestazione, 13(4): 12-15.

RYOO M.I., HONG Y.S., YOO C.K., 1991 – *Relationship between temperature and development of* Lariophagus distinguendus *(Hymenoptera: Pteromalidae), an ectoparasitoid of* Sitophilus oryzae *(Coleoptera : Curculionidae)*. - Journal of Economic Entomology, 84: 825-829.

RYOO M.I., YOON T.J., SHIN S.S., 1996 – *Intra- and interspecific competition among two parasitoids of the rice weevil (Coleoptera : Curculionidae).* - Environmental entomology, 25: 1101-1108.

SAULICH A.K., MUSOLIN D.L., 2009 – *Seasonal Development and Ecology of Anthocorids (Heteroptera, Anthocoridae)*. - Entomological Review, 89(5): 501-528.

SAVOLDELLI S., 2007 – *Sviluppo di* Xylocoris galactinus *(Fieber) (Hemiptera Anthocoridae) su larve di* Tribolium *spp*. - Atti 8° Simposio La difesa antiparassitaria nelle industrie alimentari e la protezione degli alimenti. Piacenza, 26-28 settembre 2007: 361-366

SCHÖLLER M., 2010 – *Biological control of stored-product insects in commodities, food processing facilities and museums*. - Proceedings 10th International Working Conference on Stored Product Protection: 599-609.

SCHÖLLER M., HASSAN S.A., 2001 – *Comparative biology and life tables of* Trichogramma evanescens *and* T. cacoeciae *with* Ephestia elutella *as host at four constant temperatures*. - Entomologia Experimentalis et Applicata, 98: 35-40.

SCHÖLLER M., HASSAN S.A., REICHMUTH C., 1996 – *Efficacy assessment of* Trichogramma evanescens *and* T. embryophagum *(Hym.: Trichogrammatidae), for control of stored products moth pests in bulk wheat*. - Entomophaga, 41(1): 125-132.

SCHÖLLER M., PROZELL S., AL-KIRSHI A-G., REICHMUTH C., 1997 – *Towards biological control as a major component of integrated pest management in stored product protection*. - Journal of Stored Products Research, 33: 81-97.

SCHÖLLER M., PROZELL S., 2002 – *Response of* Trichogramma evanescens *to the main sex pheromone component of* Ephestia *spp. and* Plodia interpunctella *(Z,E)-9,12-tetra-decadenyl acetate (ZETA).* - Journal of Stored Products Research, 38: 177-184.

SHIN S.S., CHUN Y.S., RYOO M.I., 1994 – *Functional and numerical responses of* Anisopteromalus calandrae *and* Lariophagus distinguendus *(Hymenoptera: Pteromalidae) to the various densities of an alternative host.* - Korean Journal of Entomology, 24: 199-206.

STEIDLE J.L.M., 1998 – *The biology of* Lariophagus distinguendus*, a natural enemy of stored products pest and potential candidate for biological control*. IOBC/WPRS Bulletin, 21: 103-109.

STEIDLE J.L.M., REES D., WRIGHT E.J., 2001 – *Assessment of Australian* Trichogramma *species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) as control agents of stored products moths*. - Journal of Stored Products Research, 37: 263-275.

STEIDLE J.L.M., SCHÖLLER M., 1997 – *Olfactory host location and learning in the granary weevil parasitoid* Lariophagus distinguendus *(Hymenoptera: Pteromalidae).* - Entomologia Experimentalis et Applicata, 95: 185-192.

STEIDLE J.L.M., SCHÖLLER M., 2002 – *Fecundity and ability of the parasitoid* Lariophagus distinguendus *(Hymenoptera: Pteromalidae) to find larvae of the granary weevil* Sitophilus granarius *(Coleoptera : Curculionidae)*. - Journal of Stored Products Research, 38: 43-53.

STEINER S., STEIDLE J.L.M., RUTHER J., 2007 – *Host-associated kairomones used for habitat orientation in the parasitoid* Lariophagus distinguendus *(Hymenoptera: Pteromalidae)*. - Journal of Stored Products Research: 587-593.

STEJSKAL V., HUBET J., LUKÁŠ J., 2002 – *Species richness and pest control complexity: will multispecies infestations always require a "multi-bioagent" control?* - IOBC/WPRS Bulletin 25(3): 1-7.

SÜSS L., LOCATELLI D.P., 2001 – *I parassiti delle derrate. Riconoscimento e gestione delle infestazioni nelle industrie alimentari*. - Calderini Edagricole, Bologna, 363 pp.

SÜSS L., SAVOLDELLI S., 2007 – *La lotta integrata nelle aziende alimentari: limiti e possibilità*. - Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, 55: 69-71.

TAWFIK M.F.S., EL-HUSSEINI M.M., 1971 – *The life history of* Xylocoris (=Piezostethus) galactinus *Fieb. (Hemiptera: Anthocoridae)*. - Bulletin of the Entomological Society of Egypt, 55: 171-183.

THIND B.B., FORD H.L., 2006 – *Laboratory studies on the use of two new arenas to evaluate the impact of the predatory mites* Blattisocius tarsalis *and* Cheyletus eruditus *on residual populations of the stored product mite* Acarus siro. - Experimental and Applied Acarology, 38: 167-180.

VET L.E.M., DICKE M., 1992 – *Ecology of infochemical used by natural enemies in a tritrophic context*. - Annual Review of Entomology, 37: 141-172.

VIRONE G., 2008 – Xylocoris flavipes *(Reuter) (Heteroptera: Anthocoridae): agente di contenimento dei coleotteri infestanti la filiera cerealicola*. - Tesi di Dottorato di Ricerca. Dottorato di ricerca in tecnologie fitosanitarie, XX ciclo. Università di Catania, 105 pp.

WILLIAMS R.N., FLYOID E.H., 1971 – *Effect of two parasitoids* Anisopteromalus calandrae *and* Choetospila elegans, *upon population of maize weevil under laboratory and natural conditions*. - Journal of Economic Entomology, 64: 1407-1408

ŽĎÁRKOVÁ E., 1986 – *Mass rearing of the predator* Cheyletus eruditus *(Schrank) (Acarina: Cheyletidae) for biological control of acrid mites infesting stored products*. - Crop Protection, 5(2): 122-124.

ŽĎÁRKOVÁ E., 1994 – *The effectiveness of organophosphate acaricides on stored product mites interacting in biological control*. - Experimental and Applied Acarology, 18: 747-751.

ŽĎÁRKOVÁ E., 1996 – *Pheromone traps for detection of stored product mites*. – 2nd Symposium of EURAAC, Krynica, Poland, 1992: 683-687.

ŽĎÁRKOVÁ E., 2001 – *Objectives of the Working Group 4: Present stage and future*. Proceedings of 1st meeting of the Working group 4: Lisbon, 6-7th September 2001. Bio-control of arthropod pests in the stored products: 8-23.

ŽĎÁRKOVÁ E., HORÁK P., 1999 – *Development of* Cheyletus eruditus *(Schrank) at low temperatures.* - Plant Protection Science, 35(1): 14-16

ZHONG B.Z., XU Z.F., QIN W.Q., 2009 – *Influence of temperature on functional response of* Habrobracon hebetor *(Hymenoptera: Braconidae) attacking larvae of* Plodia interpunctella *Hübner(Lepidoptera: Pyralidae)*. - Acta Entomologica Sinica, 52(4): 395-400.

Bianca